

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

10/508971

In re the Application of

BT04 Rec'd PCT/PTO 24 SEP 2004

Inventors: Akihiko YOSHIDA, et al.

Application No.: New PCT National Stage Application

Filed: September 24, 2004

For: ELECTROLYTE MEMBRANE-ELECTRODE ASSEMBLY, FUEL CELL USING
THE SAME AND PRODUCTION METHOD THEREOF

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priorities provided in 35 USC 119 are hereby claimed:

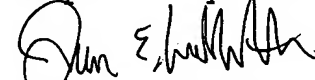
Japanese Appln. No. 2002-85273, filed March 26, 2002; and

Japanese Appln. No. 2002-85279, filed March 26, 2002.

The International Bureau received the priority documents within the time limit, as evidenced by the attached copy of the PCT/IB/304.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter
Registration No. 28,732

Date: September 24, 2004

JEL/ejw
Attorney Docket No. L7990.04103
STEVENS DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.
1615 L STREET, NW, Suite 850
P.O. Box 34387
WASHINGTON, DC 20043-4387
Telephone: (202) 785-0100; Facsimile: (202) 408-5200

BEST AVAILABLE COPY

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHII, Kazuo
Kitahama-Yamamoto Building
3-6, Kitahama 2-chome, Chuo-ku
Osaka-shi, Osaka 541-0041
Japan

Date of mailing (day/month/year) 20 May 2003 (20.05.03)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference P30691-P0	
International application No. PCT/JP03/03662	International filing date (day/month/year) 25 March 2003 (25.03.03)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 26 March 2002 (26.03.02)
Applicant MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
26 Marc 2002 (26.03.02)	2002-85273	JP	16 May 2003 (16.05.03)
26 Marc 2002 (26.03.02)	2002-85279	JP	16 May 2003 (16.05.03)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 338.70.10

Authorized officer

David GEVAUX (Fax 338 7010)

Telephone No. (41-22) 338 8778

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

24 SEP 2004

25.03.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月26日

出願番号

Application Number:

特願2002-085273

[ST.10/C]:

[JP2002-085273]

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

REC'D 16 MAY 2003

WIPO

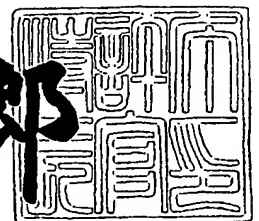
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3031303

【書類名】	特許願
【整理番号】	2033731550
【提出日】	平成14年 3月26日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H01M 8/00
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	酒井 修
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	内田 誠
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	堀 喜博
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	安本 栄一
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	武部 安男
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	古佐小 慎也

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 与那嶺 毅

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山内 将樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2 0 0 2 - 0 8 5 2 7 3

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池用ガス拡散層の製造方法と電解質膜電極接合体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性炭素粉体と撥水性樹脂とを有する導電性撥水層と、導電性炭素繊維とを有するガス拡散層を基材とする燃料電池用ガス拡散層の製造方法であって、前記基材の表面を予め加熱手段により前記導電性炭素繊維の毛羽立ちを除去したのち、前記導電性撥水層を前記基材の上に形成することを特徴とする燃料電池用ガス拡散層の製造方法。

【請求項 2】 加熱手段として、火炎放射、レーザー照射、輻射ヒーターを用いることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池用ガス拡散層の製造方法。

【請求項 3】 触媒反応層を両面に配した水素イオン導電性高分子電解質膜の外側に、請求項 1 記載の製造方法で得た 1 対のガス拡散層を挟持したことを特徴とする電解質膜電極接合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、民生用コジェネレーションや移動体用の発電器として有用な燃料電池、特に高分子電解質を用いた高分子電解質型燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】

高分子電解質形燃料電池は、水素イオンを選択的に輸送する高分子電解質膜を電解質として用い、水素などの燃料ガスと空気などの酸化ガスを白金などの触媒層を有するガス拡散電極によって電気化学的に反応させるもので、電気と熱とを同時に発生させるものである。

【0003】

高分子電解質膜の両面には白金系の金属触媒を担持したカーボン粉末とそれを被覆するように混合する高分子電解質とを主成分とする触媒反応層を密着して配置する。さらに触媒層の外面には、ガス透過性と導電性を兼ね備えた一対のガス拡散層をこれに密着して配置する。このガス拡散層と触媒反応層によりガス拡散

電極を構成する。ガス拡散電極の外側には、高分子電解質膜とガス拡散電極で構成された電極電解質膜接合体（以下、MEA）を機械的に固定するとともに、隣接するMEA同士を互いに電氣的に直列に接続し、さらに電極に反応ガスを供給しかつ反応により発生した水や余剰のガスを運び去るためのガス流路を設けた導電性セパレータ板を配置する。ガス流路はセパレータ板と別に設けることもできるが、セパレータ板の表面に溝を設けてガス流路とする方式が一般的である。

【0004】

多くの燃料電池は、上記のような構造の単電池を数多く重ねた積層構造（スタックと呼ぶ）をとっている。さらに上記のような高分子電解質型燃料電池スタックでは、セパレータ板等の構成部品の電氣的接触抵抗を低減するため、また燃料ガスや酸化剤ガスのシール性を維持するため、電池全体を積層方向に恒常的に締め付けることが必要である。

【0005】

ガス拡散層はガス透過性と電子伝導性を有することが必要であり、炭素繊維を主構成材料とするカーボンペーパー、カーボンクロス、カーボン不織布（カーボンフェルト）等をガス拡散層基材として用いるのが一般的である。これらのガス拡散層は撥水性を付与する為にフッ素樹脂ディスパージョンなどを利用して撥水処理して用いることが多い。また、さらなる撥水性を付与するために、炭素粉体とフッ素樹脂などの撥水性樹脂を主成分とする層（以下、導電性撥水層と呼ぶ）をガス拡散層基材の触媒反応層側に設けることも一般的であり、高分子電解質の保温及び電池反応により過剰となった水分の安全かつ速やかな除去において非常に有効である。

【0006】

電池運転時、カソード電極においては反応活物質である酸素または空気がこの拡散層を介してガス流路から触媒反応層へと拡散するとともに、反応によって生成され触媒反応層から拡散層へと浸透してきた過剰な水分を余剰ガスとともに電池外部へと除去する。

【0007】

触媒反応層を一旦適当なフィルムに形成した後に高分子電解質膜に転写しフィ

ルムを剥がす方法やあるいは印刷などにより高分子電解質膜に直接触媒反応層を形成する方法などにより得られた触媒反応層付き電解質膜と、導電性撥水層をガス拡散層基材上に形成したガス拡散層はスタック構成時に個別の部材として積層させることも可能であるが、積層前に圧着や熱圧着などにより接合体として一体化させておくことが多く、ハンドリングの面で有利である。このときガスシールの為のガスケットを同時にMEA周縁部に配置することが多い。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、以前よりこのMEA接合時において、炭素繊維を主構成材料とするガス拡散層基材に存在する毛羽立ちや不規則な突起部が、触媒反応層さらには高分子膜内へ深く進入、埋没することにより対極のガス拡散層や触媒反応層と接触することにより物理的短絡を生じることが懸念されている。この事象は電池性能の向上を目的とした電解質膜の薄膜化や触媒反応層の薄層化が進むにつれて、その頻度は増大する。また、MEA接合時に限らず、スタック構成時において締結圧を与える際にも、上記のような両極間の短絡が生じる可能性がある。

【0009】

このような微小短絡を生じたMEAは開回路電圧（OCV）の著しい低下や電池の連続運転時での電圧降下さらには突発的な運転不可を生じる。

【0010】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するために本発明では、炭素繊維を主な構成要素とするガス拡散層基材に対してあらかじめ表面を加熱手段で処理することにより、炭素繊維の毛羽立ちや不規則な突起部を消失させることが可能であり、高分子電解質形燃料電池MEAの電気絶縁性の確保、つまりは物理的短絡に対する信頼性の向上において非常に有効であることを見出した。

【0011】

加熱手段としてはバーナーなどによる火炎の放射、レーザーの照射、輻射ヒーターなどが好適である。上記のような加熱手段でガス拡散層基材を処理することにより炭素繊維の繊維骨格は傷つけることなく、炭素繊維の毛羽立ちや不規則な

突起部のみが酸化され消失する。ここでは加熱手段として、火炎、レーザー、輻射ヒーターを挙げたが、もちろんこれらに限らない。

【0012】

また、この加熱手段により毛羽立ちを除去する工程は、ガス拡散層基材に撥水処理を施す工程や炭素粉体と撥水性樹脂を主成分とする導電性撥水層をガス拡散層基材上に形成する工程よりも以前に前処理として行うことが望ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明は高分子電解質形燃料電池のMEAにおいて、炭素繊維を主な構成要素とするガス拡散層基材に対してあらかじめ表面を適当な加熱手段で処理することにより、炭素繊維の毛羽立ちや不規則な突起部を消失させることにより、圧着や熱圧着を施すMEA接合時における両極間の物理的短絡を回避することを特徴とする。また、燃料電池スタックにおいて加えられる締結圧に対しても同様に、それに伴う両極間の短絡から回避することができる。

【0014】

さらに、この加熱手段により炭素繊維を主原料とするガス拡散層基材の表面を処理することで、炭素繊維表面の親水性官能基を除去する効果もある。これにより親水性官能基を除去された炭素繊維は撥水性を持ち、MEAの高分子電解質を保湿する性能や電池運転時に余剰となった生成水などの水分を安全かつ速やかに排出する性能が向上する。

【0015】

本発明はガス拡散層基材が炭素繊維を主原料とするカーボンペーパー、カーボンクロス、カーボン不織布のいずれであっても、その効果を示す。

【0016】

また、ガス拡散層基材の片側の一面を触媒反応層側、その裏側となる面をセパレータ側とすると、本発明の加熱手段により毛羽立ちの除去を行うのは触媒反応層側の片側一面に対してのみ行うことが望ましい。これはガス拡散層基材のセパレータ側は処理を行わないことで、炭素繊維の毛羽立ちが残留し、これがスタックとして積層、締結する時にセパレータと接する面に介在してガス拡散層とセパ

レータ間で生じる接触抵抗を低減する。

【0017】

【実施例】

以下、本発明の実施例を説明する。

【0018】

(実施例1)

本実施例では、加熱手段として火炎の放射を用いた。ガス拡散層基材としてポリアクリロニトリルを原料とする平織のカーボנקロス（炭素繊維織布）を用いた。このカーボנקロスに対して、バーナーの火炎放射による炭素繊維の毛羽立ちや不規則な突起部を除去する工程、フッ素樹脂の水性分散液（ダイキン工業製、D-1 を水で希釈したもの）に浸漬させた後に乾燥させる撥水処理の工程、アセチレンブラック粉体とフッ素樹脂を主成分とする導電性撥水層を形成するべく、アセチレンブラック（電気化学工業製、デンカブラック）及びフッ素樹脂の水性分散液（ダイキン工業製、D-1）を界面活性剤の添加した水と混合してペースト状にした導電性撥水インクを塗布した後に界面活性剤の除去と導電性撥水層のカーボנקロスへの固着を目的として焼成する導電性撥水層の塗工工程をそれぞれ記載の順に行ってガス拡散層を作製した。撥水処理工程における乾燥温度は120℃、導電性撥水層塗工後の焼成温度は350℃とし、乾燥及び焼成される時間は1時間とした。これら一連の工程の概略図を図1に示す。ここで毛羽立ちの除去の被処理面と導電性撥水層を形成する面は同一の面であり触媒反応層側となる面である。前述のようにガス拡散層基材のセパレータ側の一面には毛羽立ちの除去は行わない方が好ましい。

【0019】

上記のように作製したガス拡散層を用いて、高分子形燃料電池の単セルを作製した。MEAの作製の手順を以下に示す。

【0020】

カソードにおいては白金微粒子を、アノードにおいては白金とルテニウムの微粒子をケッチェンブラックEC（オランダ国、AKZO Chemie社製）に担持させた触媒粉体を高分子電解質の水溶液にそれぞれ分散させカソード用触媒

反応層インク及びアノード用触媒反応層インクを得た。これらをそれぞれフィルムにコートして乾燥させた後、5 cm角に切り出した。これらアノード触媒反応層、カソード触媒反応層を高分子電解質膜（デュポン社製、N a f i o n 1 1 2）にそれぞれ転写してフィルムを剥がし、触媒反応層付き高分子電解質膜が作製された。

【 0 0 2 1 】

ガス拡散層は、M E Aとして接合した時に触媒反応層をすべて覆うように5.2 mm角に切り出した。

【 0 0 2 2 】

つぎに触媒反応層付き高分子電解質膜の両面に触媒反応層を覆うようにして2枚のガス拡散層を重ね合わせ、さらに周縁部にガスケットを位置合わせして配置し、これら積層体を100℃で3分間ホットプレスしてM E Aを得た。

【 0 0 2 3 】

このM E Aを組み込んだ高分子電解質形燃料電池単セルに対して、アノード側に水素を、カソード側に空気を供給してI V特性を測定した。試験条件はアノード側露点70℃、水素利用率70%、カソード側露点70℃、空気利用率40%、電池温度は75℃とした。このとき開回路電圧は982 mVであった。I V特性の結果を図5に示す。

【 0 0 2 4 】

また、この電池に対して電流密度0.3 A/cm²で5000時間、連続運転試験を行なった。運転初期におけるセル電圧は752 mVで、5000時間後のセル電圧は742 mVであった。連続運転試験の結果を図8に示す。

【 0 0 2 5 】

（実施例2）

本実施例では、炭素繊維の毛羽立ちを除去する加熱手段としてレーザー照射を用いた。実施例1と同様にして、ガス拡散層基材としてポリアクリロニトリルを原料とする平織のカーボנקロスを用いた。レーザー照射により炭素繊維の毛羽立ちや不規則な突起部を除去する工程、以下同様にして、撥水処理の工程、導電性撥水層の塗工工程を行なってガス拡散層を作製した。本実施例における一連の

工程の概略図を図2に示す。

【0026】

本実施例で作製したガス拡散層を用いて、同様の手順及び条件でMEAを作製し、I V特性試験、連続運転試験を行なった。このとき開回路電圧は991 mVであった。I V特性の結果を図6に重ねて示す。また、連続運転試験において、運転初期におけるセル電圧は749 mVで5000時間後のセル電圧は741 mVであった。この連続運転試験の結果を図9に重ねて示す。

【0027】

(実施例3)

本実施例では、炭素繊維の毛羽立ちを除去する加熱手段として電気輻射ヒーターを用いた。実施例1と同様にして、ガス拡散層基材としてポリアクリロニトリルを原料とする平織のカーボクロスを用いた。電気輻射ヒーターにより炭素繊維の毛羽立ちや不規則な突起部を除去する工程、以下同様にして、撥水処理の工程、導電性撥水層の塗工工程を行なってガス拡散層を作製した。本実施例における一連の工程の概略図を図3に示す。

【0028】

本実施例で作製したガス拡散層を用いて、同様の手順及び条件でMEAを作製し、I V特性試験、連続運転試験を行なった。このとき開回路電圧は989 mVであった。I V特性の結果を図7に重ねて示す。また、連続運転試験において、運転初期におけるセル電圧は748 mVで5000時間後のセル電圧は739 mVであった。この連続運転試験の結果を図10に重ねて示す。

【0029】

(比較例)

比較例として本発明で提案する加熱手段による炭素繊維の毛羽立ちや不規則な突起部を除去する工程を経ることなく、ガス拡散層を作製した。

【0030】

ガス拡散層基材としてポリアクリロニトリルを原料とする平織のカーボクロスを用いた。このカーボクロスに対して、加熱手段による前処理は行わず、フッ素樹脂の水性分散液に浸漬させた後に乾燥させる撥水処理の工程、アセチレ

ンブラック及びフッ素樹脂の水性分散液を界面活性剤の添加した水と混合してペースト状にした導電性撥水層インクを塗布した後に焼成する導電性撥水層の塗工工程をそれぞれ記載の順に行ってガス拡散層を作製した。撥水处理工程における乾燥温度、導電性撥水層塗工後の焼成温度、乾燥及び焼成される時間は実施例と同じとした。これら一連の工程の概略図を図4に示す。

【0031】

比較例で作製したガス拡散層を用いて、同様の手順及び条件でMEAを作製し、I V特性試験、連続運転試験を行なった。このとき、870 mVという非常に低い開回路電圧を示した。I V特性の結果を図5、6および7に重ねて示す。また図8、9、10に示したように連続運転試験においては運転初期におけるセル電圧は728 mVであったが、約750時間後において急速的に電圧が降下して運転不可能に陥った。

【0032】

【発明の効果】

以上のように、本発明に従えば、優れた性能を維持しつつ、高い信頼性を持つ燃料電池用の電解質膜電極接合体を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施例1におけるガス拡散層の作製工程の概略図

【図2】

実施例2におけるガス拡散層の作製工程の概略図

【図3】

実施例3におけるガス拡散層の作製工程の概略図

【図4】

比較例におけるガス拡散層の作製工程の概略図

【図5】

実施例1において作製した電池のI V特性を示した図

【図6】

実施例2において作製した電池のI V特性をそれぞれ示した図

【図 7】

実施例 3 において作製した電池の I V 特性を示した図

【図 8】

実施例 1 において作製した電池の連続運転特性を示した図

【図 9】

実施例 2 において作製した電池の連続運転試験を示した図

【図 1 0】

実施例 3 において作製した電池の連続運転試験を示した図

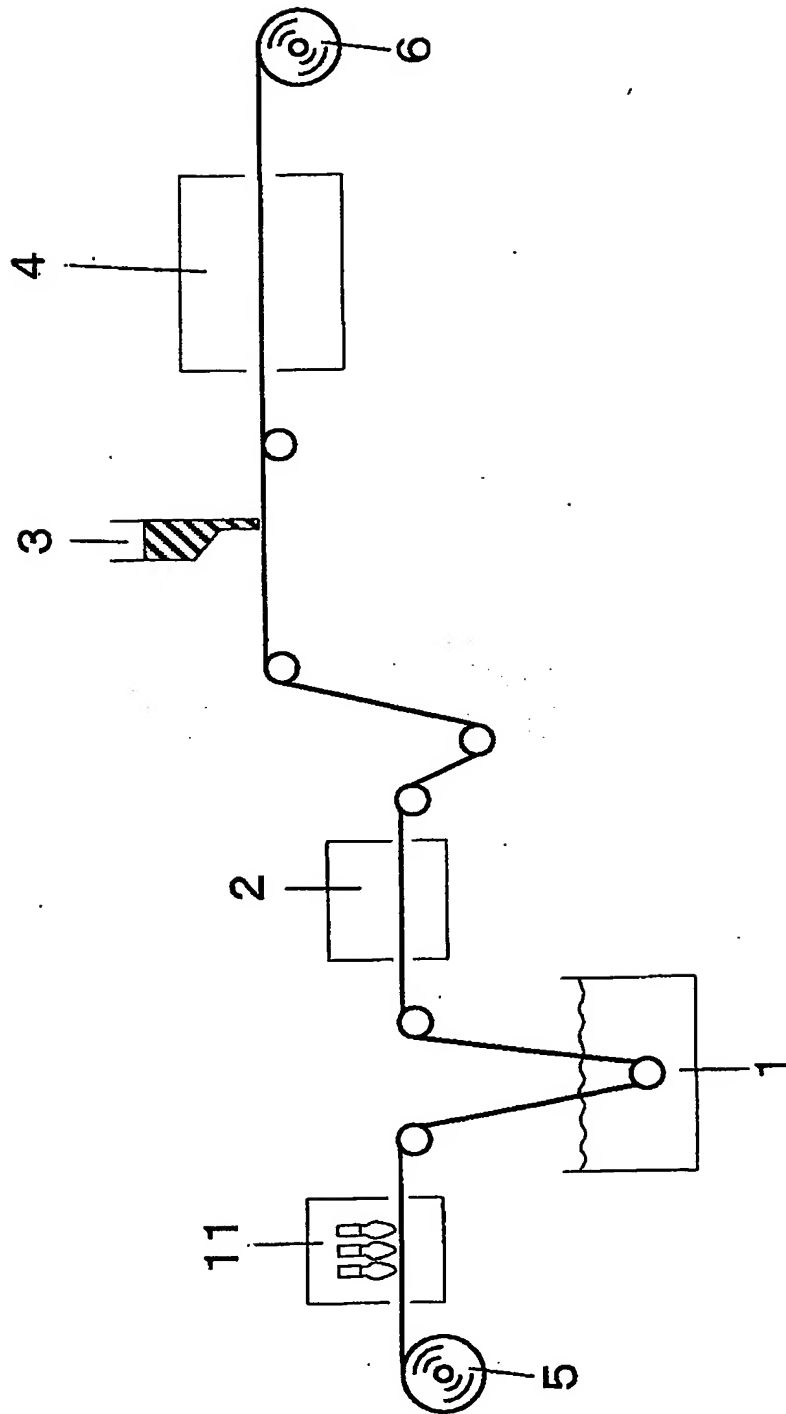
【符号の説明】

- 1 撥水处理浸漬槽
- 2 乾燥室
- 3 導電性撥水層塗工部
- 4 焼成室
- 5 ガス拡散層材料巻き出し部
- 6 ガス拡散層材料巻き取り部
- 1 1 バーナーの火炎放射による毛羽立ち除去部
- 1 2 レーザー照射による毛羽立ち除去部
- 1 3 電気輻射ヒーターによる毛羽立ち除去部

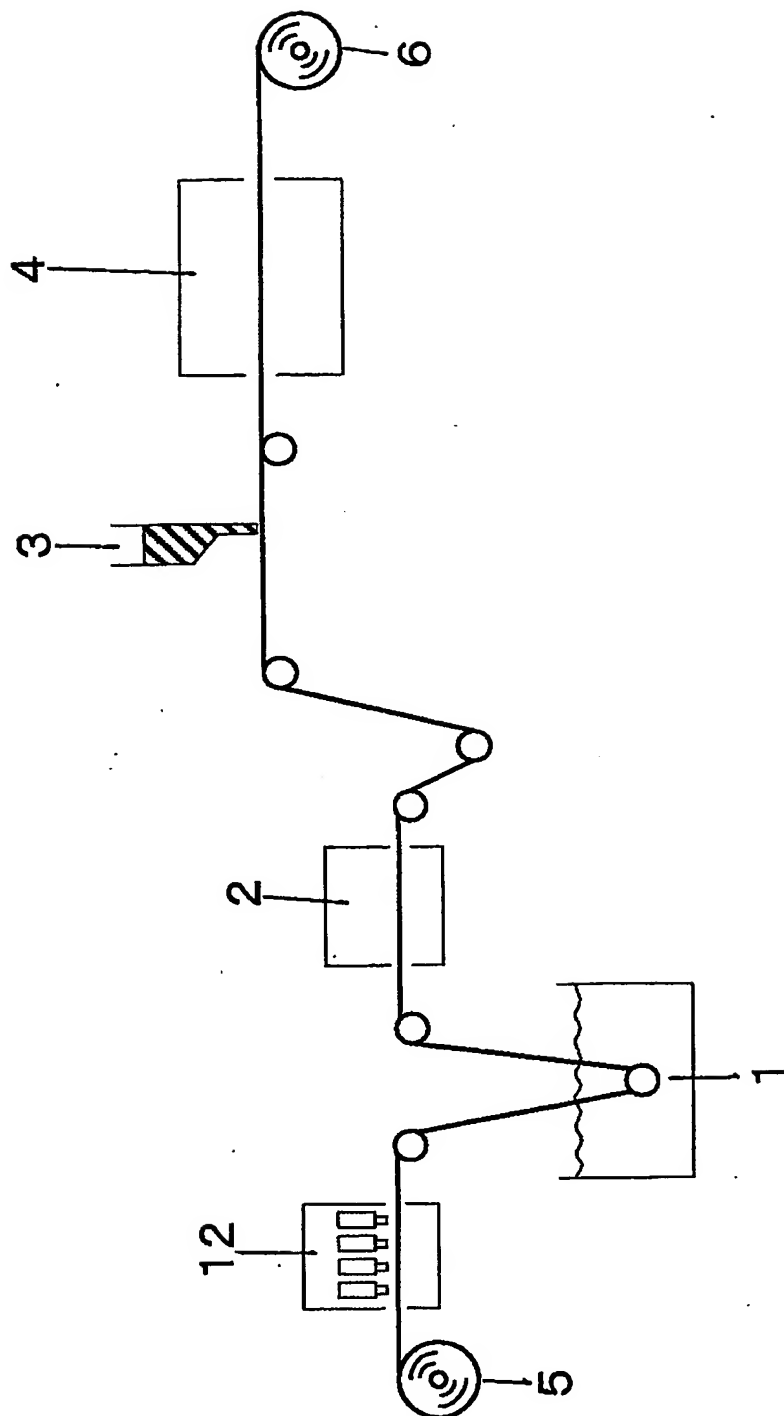
【書類名】

図面

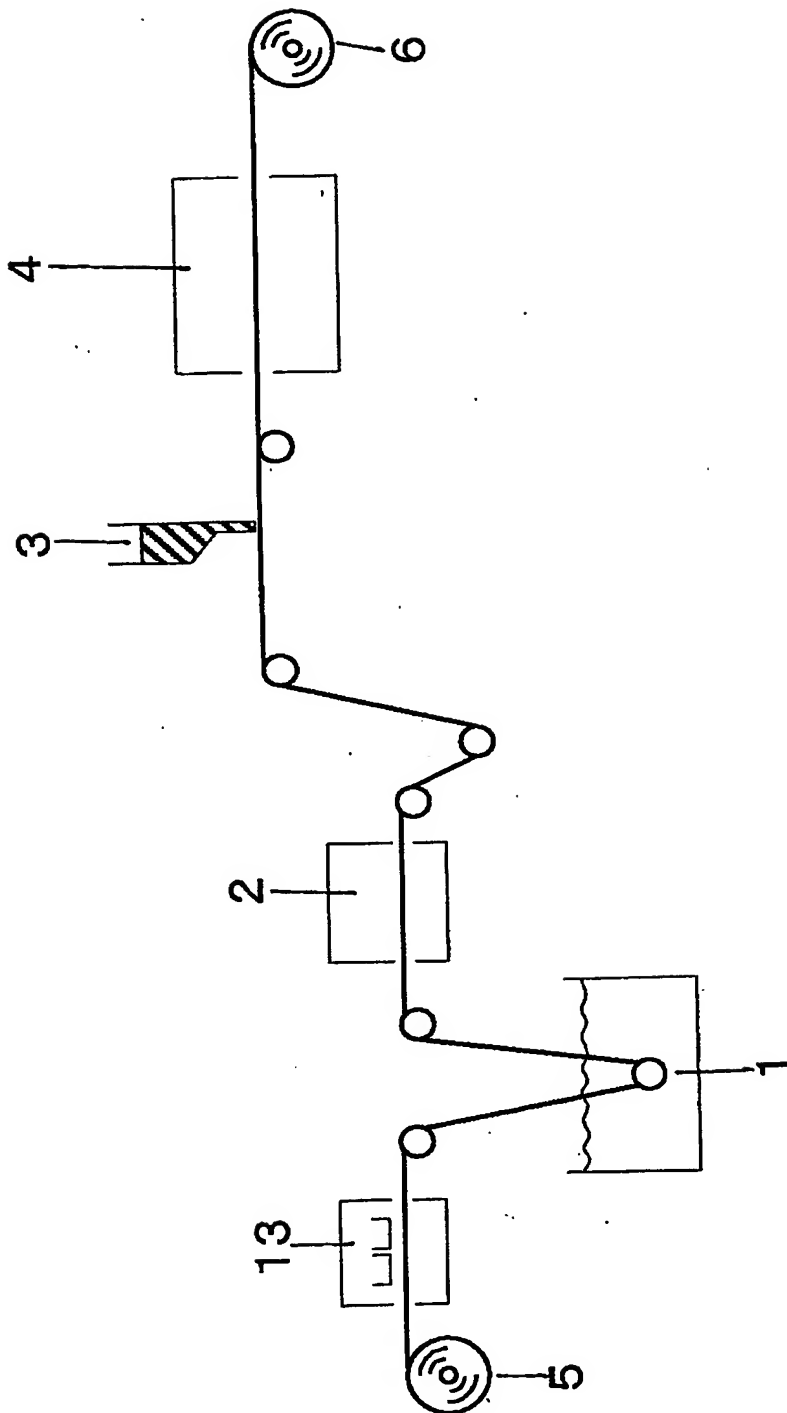
【図 1】



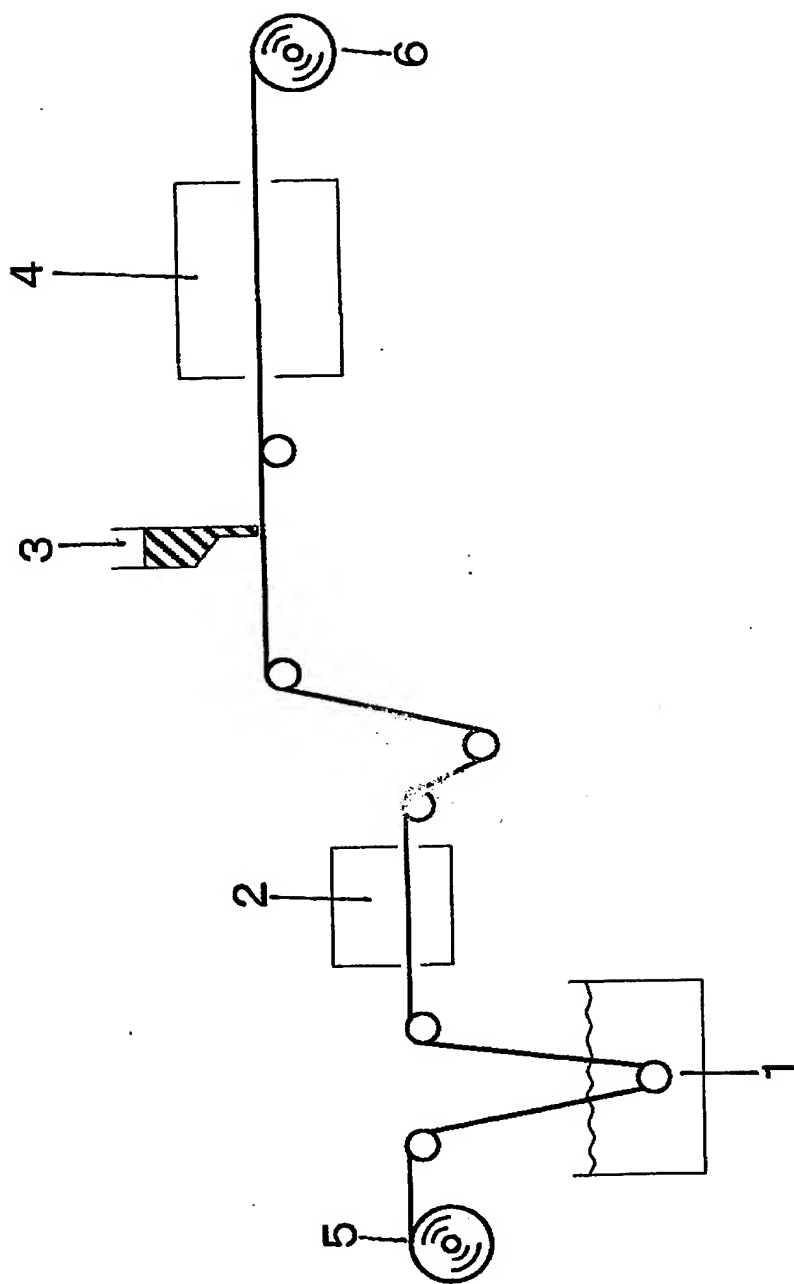
【図2】



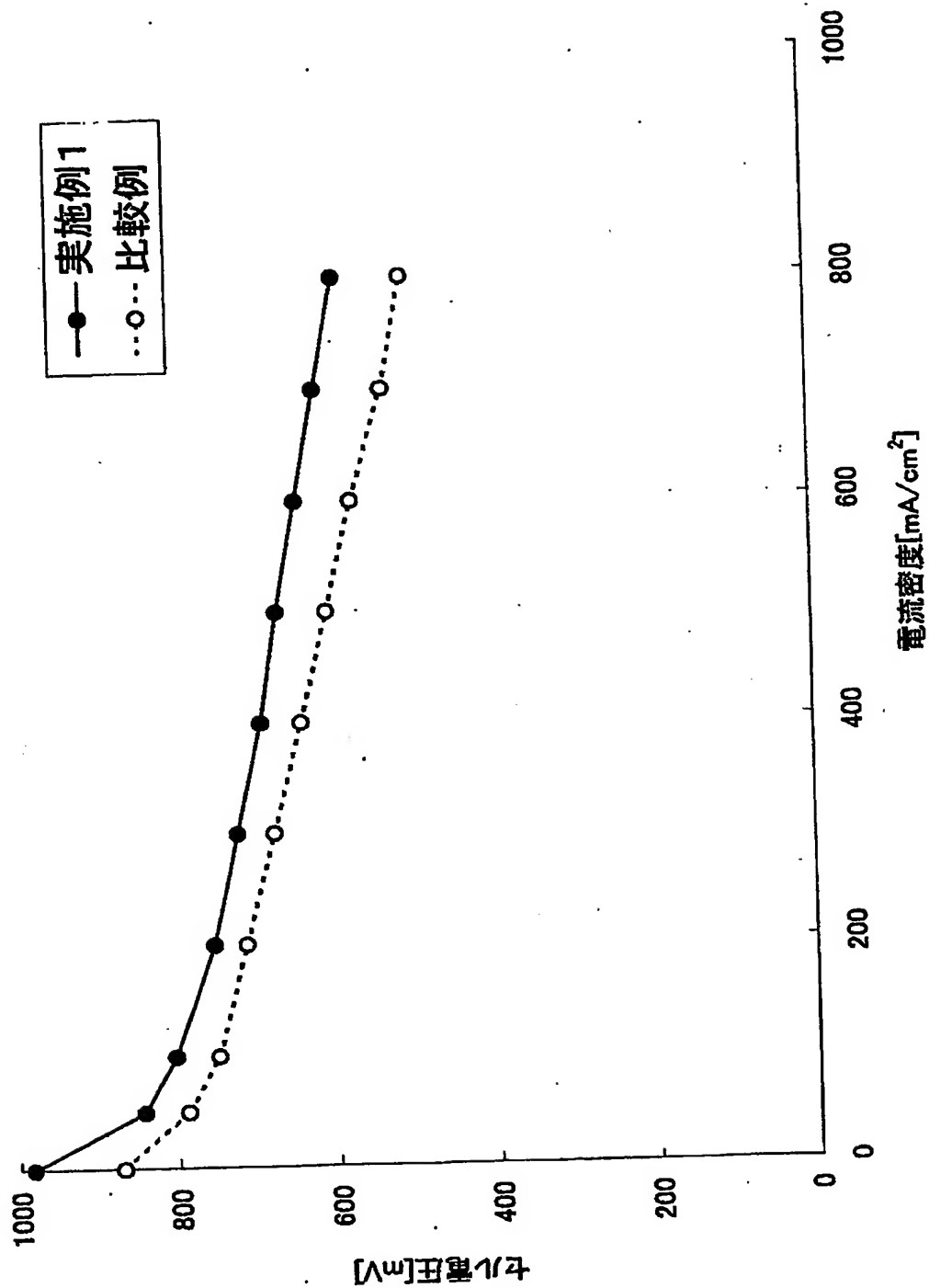
【図3】



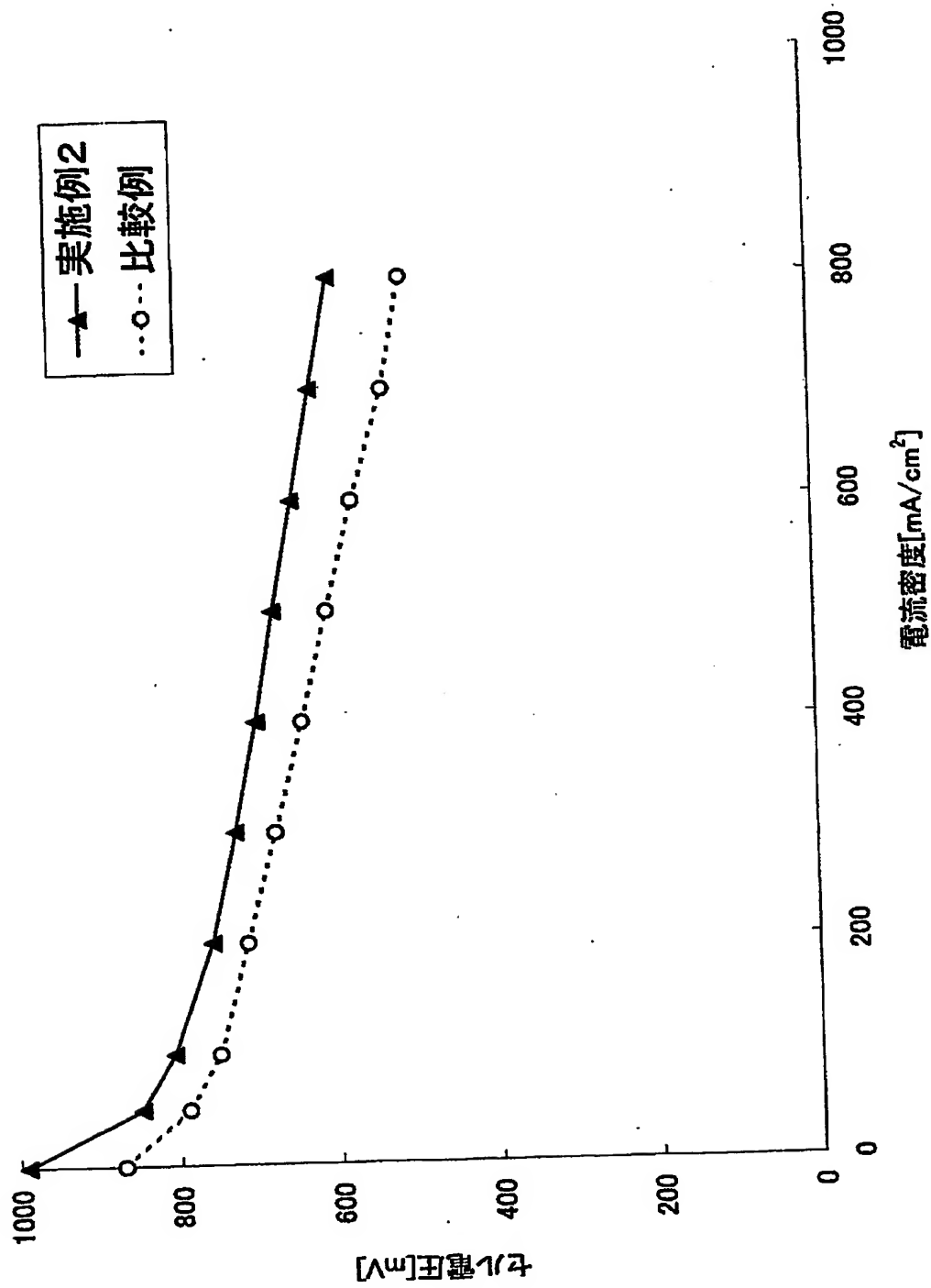
【図4】



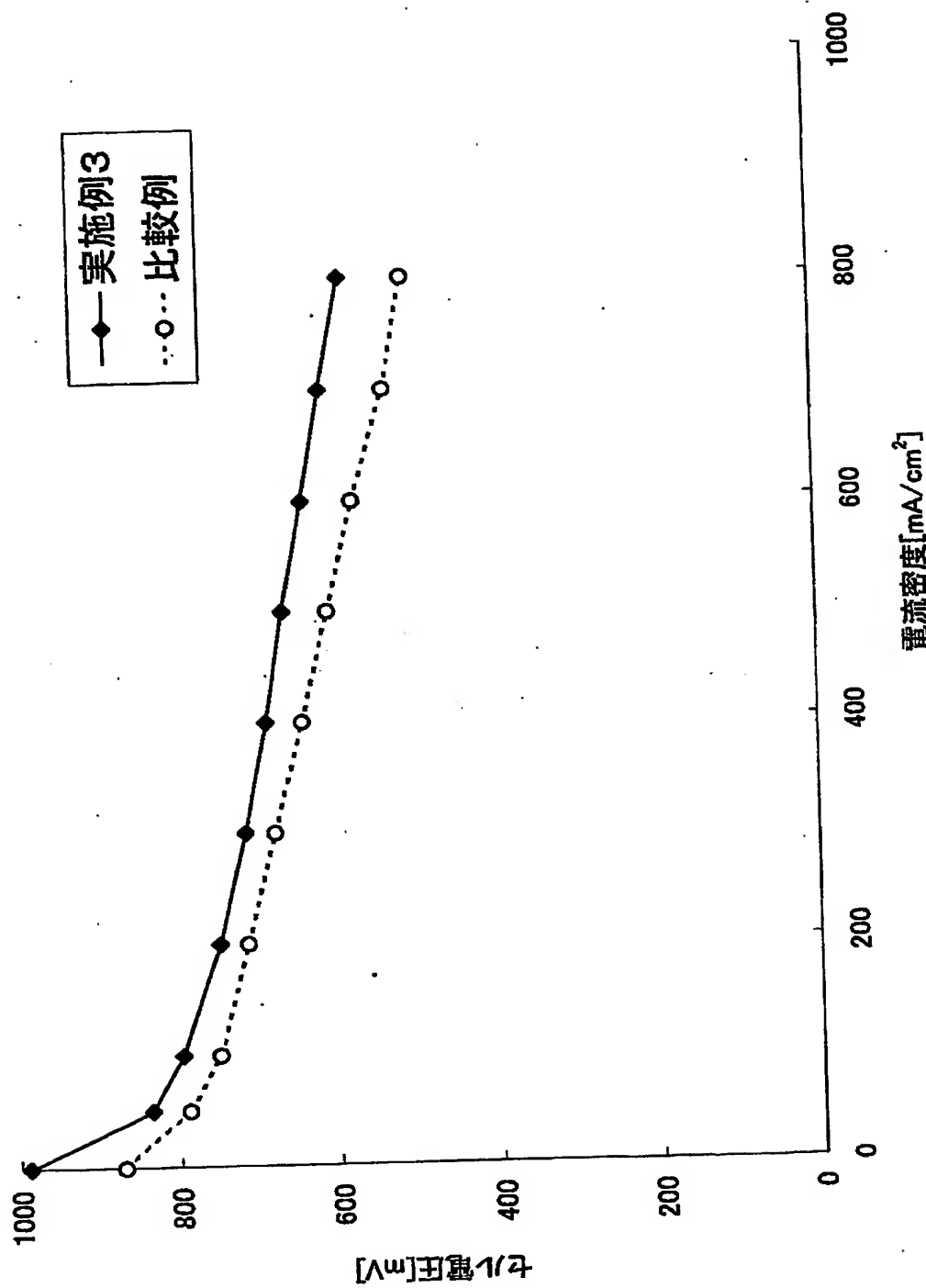
【図 5】



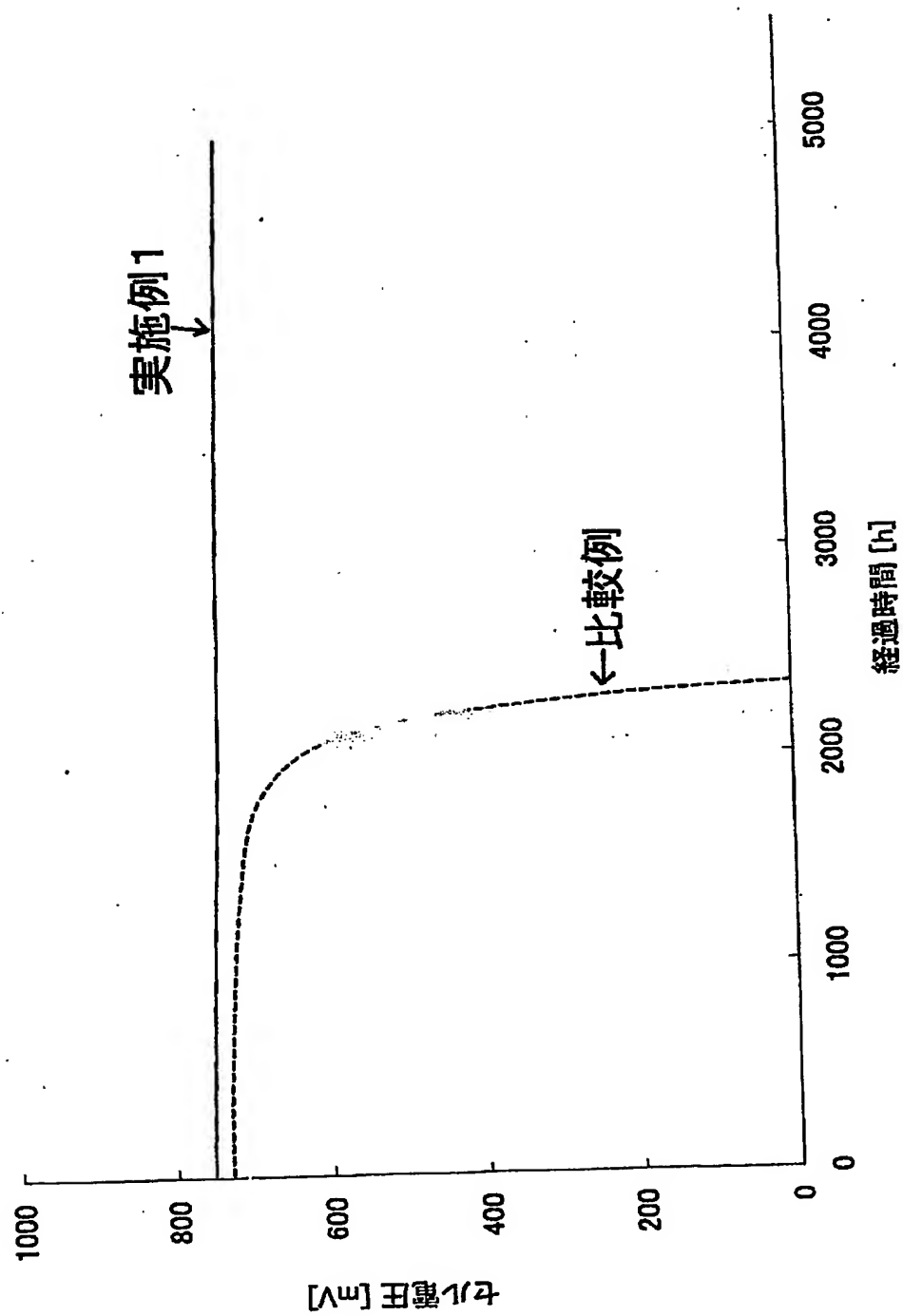
【図6】



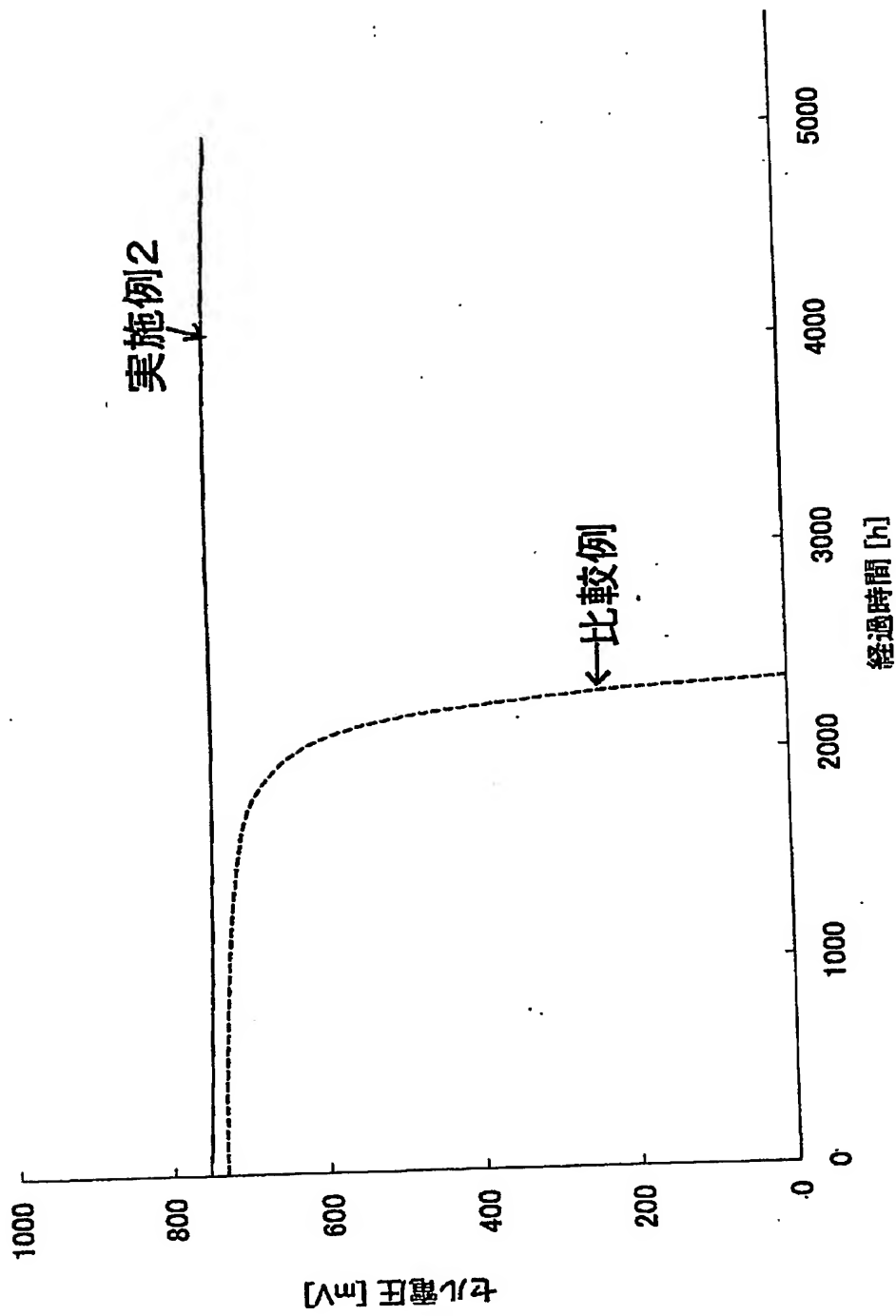
【図 7】



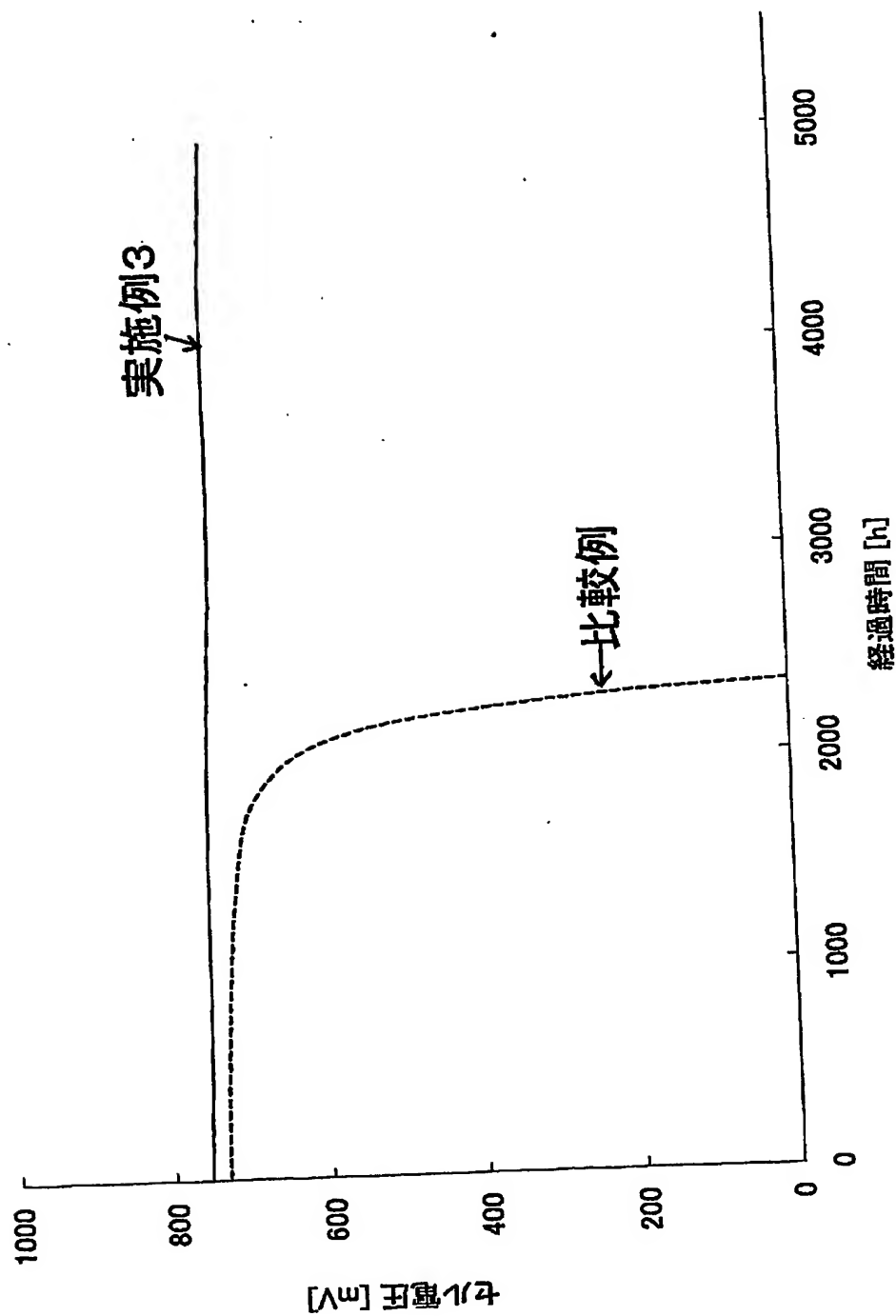
【図 8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高分子電解質型燃料電池の電極電解質膜接合体（MEA）を接合する際または燃料電池スタック締結時において、炭素繊維を主構成材料とするガス拡散層基材に存在する毛羽立ちや不規則な突起部が、触媒反応層さらには高分子膜内へ深く進入、埋没することにより対極のガス拡散層や触媒反応層と接触することにより物理的短絡を生じることがある。

【解決手段】 炭素繊維を主な構成要素とするガス拡散層基材に対してあらかじめ表面を加熱手段で処理することにより、炭素繊維の毛羽立ちや不規則な突起部を消失させ、高分子電解質形燃料電池MEAの両極間における電気絶縁性の確保する。

【選択図】 図 1

特2002-085273

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.